

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-112099  
 (43)Date of publication of application : 12.04.2002

(51)Int.CI.

H04N 5/232  
 G03B 5/00  
 // H04N101:00

(21)Application number : 2000-295767

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 28.09.2000

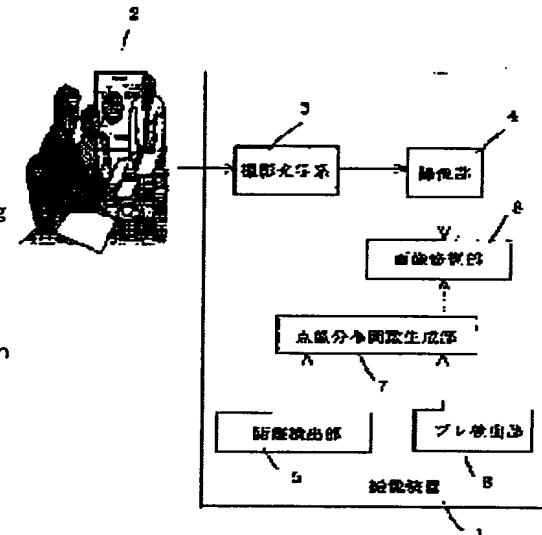
(72)Inventor : KUSAKA YOSUKE

## (54) APPARATUS AND METHOD FOR REPAIRING IMAGE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an apparatus and a method for repairing a blurred image with high quality regardless of the distance to an object.

**SOLUTION:** An image pickup section (4) generates an image signal corresponding to the image of a field formed through an image pickup optical system (3). A point image distribution function generating section (7) generates a point image distribution function dependent on the distance based on two-dimensional distance distribution information of the field detected at a distance detecting section (5), and an image blur signal during exposure period detected at a blur detecting section (6). An image repairing section (8) divides the image signal into partial images based on the distance distribution information, performs image processing for repairing blur of each partial image using the point image distribution function dependent on the distance and generates the entire image by synthesizing the repaired partial images.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-112099

(P2002-112099A)

(43)公開日 平成14年4月12日 (2002.4.12)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 04 N 5/232  
G 03 B 5/00  
// H 04 N 101:00

識別記号

F I

テマコード(参考)

H 04 N 5/232  
G 03 B 5/00  
H 04 N 101:00

Z 5 C 0 2 2  
K

(21)出願番号 特願2000-295767(P2000-295767)

(22)出願日 平成12年9月28日 (2000.9.28)

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 日下 洋介

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

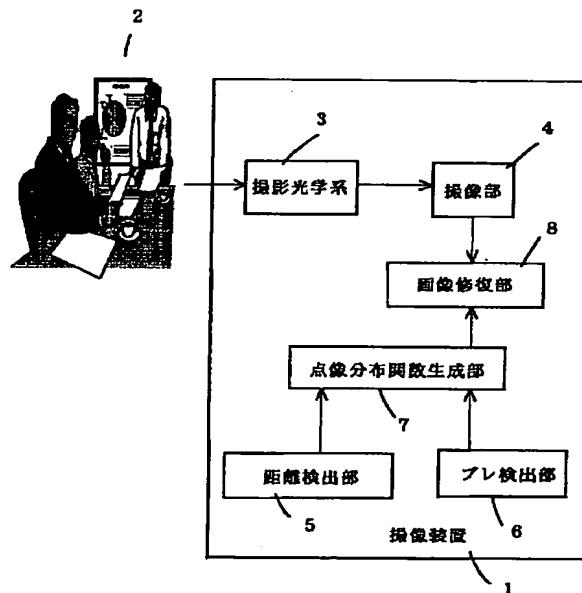
Fターム(参考) 5C022 AA13 AB55 AC03 AC42 AC52  
AC54 AC69

(54)【発明の名称】 画像修復装置および画像修復方法

(57)【要約】

【課題】 被写体距離によらず高品質なプレ画像修復が可能な画像修復装置および画像修復方法を提供する。

【解決手段】 撮像部(4)は、撮影光学系(3)により形成された被写界の像に対応した画像信号を発生する。点像分布関数生成部(7)は距離検出部(5)により検出された被写界の2次元的な距離分布情報と、プレ検出部(6)により検出された露光期間中の像プレ信号に基づき、距離毎に異なる点像分布関数を生成する。画像修復部(8)は、前記距離分布情報に基づき画像信号を部分画像に分割し、各部分画像に対し距離毎に異なる点像分布関数を用いてプレ修復の画像処理を施すとともに、プレ修復した部分画像を合成して全体画像を生成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被写界の像を所定画面上に形成する撮影光学系と、前記画面上に形成された被写界の像を撮像し、画像信号を生成する撮像部と、前記画面上における被写界の距離を検出し、距離情報を生成する距離検出部と、前記撮影光学系の撮像時のブレを検出し、ブレ信号を生成するブレ検出部と、前記距離情報と前記ブレ信号に基づき、距離に応じた点像分布関数を生成する点像分布関数生成部と、前記点像分布関数を用いて前記画像信号を修復し、修復画像を形成する画像修復部とからなることを特徴とする画像修復装置。

【請求項2】 請求項1に記載の画像修復装置において、前記距離検出部は、被写界の2次元的な距離分布を検出し、前記距離分布情報に基づき被写界距離を複数の距離ゾーンに分割するとともに、各距離ゾーンを代表する複数の距離データを算出し、前記点像分布関数生成部は前記複数の距離データに応じた複数の点像分布関数を生成し、前記画像修復部は、前記距離ゾーンに応じて画像信号を複数の部分画像に分割するとともに、該部分画像毎にその距離データに応じた点像分布関数を用いて修復して複数の部分修復画像を形成し、該複数の部分修復画像を合成することにより前記修復画像を形成することを特徴とする画像修復装置。

【請求項3】 被写界を撮像した画像情報と、撮像時の被写界の距離情報と、撮像時のブレ情報とが記録された記録媒体から画像情報、距離情報、ブレ情報とを読み出す情報読み出し部と、前記距離情報と前記ブレ情報に基づき、距離に応じた点像分布関数を生成する点像分布関数生成部と、前記点像分布関数を用いて前記画像信号を修復し、修復画像を形成する画像修復部とからなることを特徴とする画像修復装置。

【請求項4】 被写界の像を所定画面上に形成するステップと、前記画面上に形成された被写界の像を撮像し、画像信号を生成するステップと、前記画面上における被写界の距離を検出し、距離情報を生成するステップと、撮像時のブレを検出し、ブレ信号を生成するステップと、前記距離情報と前記ブレ信号に基づき、距離に応じた点像分布関数を生成するステップと、前記点像分布関数を用いて前記画像信号を修復し、修復画像を形成するステップとからなることを特徴とする画像修復方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、手ブレ等のために劣化した画像を画像処理によりブレのない画像に修復する画像修復装置および画像修復方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来からブレにより劣化した画像を修復し、ブレのない元の画像を復元する技術が知られている。例えば特開昭62-127976号公報では、撮影

時のブレによる画像劣化を点像分布関数で表し、この点像分布関数に基づきブレ画像を修復している。

【0003】 例えば画像修復の演算処理は以下のようにして行われる。すなわち、 $(x, y)$  を画面上の位置座標とし、ブレのない時の画像の画像情報を関数  $f(x, y)$  、ブレにより劣化した画像の画像情報を関数  $g(x, y)$  、 $(x, y)$  、ブレにより点像がボケた時の画像情報を点像分布関数  $h(x, y)$  とすると、数式1の関係が成り立つ。

## 10 【0004】

## 【数1】

$$f(x, y) * h(x, y) = g(x, y)$$

【0005】 ここで \* はコンボリューション演算を表す記号である。数式1の両辺をフーリエ変換すると、周波数領域において数式2が成り立つ。

## 【0006】

## 【数2】

$$F(u, v) \times H(u, v) = G(u, v)$$

【0007】 ここで関数  $G$ 、 $F$ 、 $H$  は、関数  $g$ 、 $f$ 、 $h$  のフーリエ変換関数であり、 $u$ 、 $v$  は、それぞれ  $x$ 、 $y$  方向の周波数を表す。数式2の両辺を  $H(u, v)$  で除すると数式3となる。

## 【0008】

## 【数3】

$$F(u, v) = G(u, v) / H(u, v)$$

【0009】 さらに数式3を逆フーリエ変換すると、数式4の如くブレのない元の画像情報である関数  $f(x, y)$  が得られる。

## 【0010】

## 【数4】

$$\begin{aligned} f(x, y) &= S(F(u, v)) \\ &= S(G(u, v) / H(u, v)) \end{aligned}$$

【0011】 ここで  $S(\cdot)$  は逆フーリエ変換を表す。即ちブレにより劣化した画像関数のフーリエ変換を行い、これをブレによる点像分布関数のフーリエ変換で除し、更にフーリエ逆変換すれば、ブレのない元の画像関数を求めることができるわけである。

## 【0012】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述の従来技術を実際に撮像した画像に適用した場合には、必ずしも良好な結果が得られなかった。

【0013】 例えば距離の異なる複数の物体が同一画面内に存在する画像や接写画像に対してブレ修復が不十分であった。

【0014】 そこで本発明は、画面中に異なる距離の被写体が混在した画像や接写画像に対してブレ画像修復を良好に行えるブレ画像修復装置およびブレ画像修復方法を提供することを目的とする。

## 【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明による画像修復装置では、被写界の像を所定画面上に形成する撮影光学系と、前記画面上に形成された被写界の像を撮像し、画像信号を生成する撮像部と、前記画面上における被写界の距離を検出し、距離情報を生成する距離検出部と、前記撮影光学系の撮像時のブレを検出し、ブレ信号を生成するブレ検出部と、前記距離情報と前記ブレ信号に基づき、距離に応じた点像分布関数を生成する点像分布関数生成部と、前記点像分布関数を用いて前記画像信号を修復し、修復画像を形成する画像修復部とかなることを特徴とする。

【0016】請求項2に記載の発明では、請求項1に記載の画像修復装置において、前記距離検出部は、前記距離分布情報に基づき被写界距離を複数の距離ゾーンに分割するとともに、各距離ゾーンを代表する複数の距離データを算出し、前記点像分布関数生成部は前記複数の距離データに応じた複数の点像分布関数を生成し、前記画像修復部は、前記距離ゾーンに応じて画像信号を複数の部分画像に分割するとともに、該部分画像毎にその距離データに応じた点像分布関数を用いて修復して複数の部分修復画像を形成し、該複数の部分修復画像を合成することにより前記修復画像を形成することを特徴とする。請求項3に記載の発明による画像修復装置では、被写界を撮像した画像情報と、撮像時の被写界の距離情報と、撮像時のブレ情報とが記録された記録媒体から画像情報、距離情報、ブレ情報とを読み出す情報読み出し部と、前記距離情報と前記ブレ情報に基づき、距離に応じた点像分布関数を生成する点像分布関数生成部と、前記点像分布関数を用いて前記画像信号を修復し、修復画像を形成する画像修復部とかなることを特徴とする。請求項4に記載の発明による画像修復方法では、被写界的像を所定画面上に形成するステップと、前記画面上に形成された被写界的像を撮像し、画像信号を生成するステップと、前記画面上における被写界的距離を検出し、距離情報を生成するステップと、撮像時のブレを検出し、ブレ信号を生成するステップと、前記距離情報と前記ブレ信号に基づき、距離に応じた点像分布関数を生成するステップと、前記点像分布関数を用いて前記画像信号を修復し、修復画像を形成するステップとかなることを特徴とする。

【0017】

【発明の実施の形態】我々は鋭意研究の結果、同じブレ量であっても、ブレによって生ずるボケ量は被写体距離に応じて異なり、しかもブレによるボケ量は近距離で急激に大きくなることが、距離の異なる複数の物体が同一画面内に存在する画像や接写画像に対してブレ修復が不十分になる原因であることを突き止めた。つまり従来のブレ画像修復技術では、被写体距離を考慮せずに、一律な点像分布関数（ボケ）を仮定してブレ画像修復を行っていたためブレ修復が不十分であったことが判明した。

【0018】本発明では、ブレ画像を距離に応じた点像分布関数に基づき修復することにより、距離の異なる複数の物体が同一画面内に存在する画像や接写画像に対して良好なブレ修復を可能にした。以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。図1は、本発明による画像修復装置の概念を示すブロック構成図である。

【0019】図1において画像修復装置1は、撮影光学系3、撮像部4、距離検出部5、ブレ検出部6、点像分布関数生成部7、画像修復部8から構成される。撮影光学系3は、所定画面上に被写界2の像を形成する。撮像部4は、所定画面上に形成された被写界2の像を撮像するCCDやCMOS等の固体撮像素子とその制御回路から構成されており、制御回路により被写体像の明るさに応じて固体撮像素子の露光時間（電荷蓄積時間）が制御され、被写界の像に対応した画像信号を発生する。距離検出部5は、周知の距離検出装置により構成され、所定画面上に形成された被写界の2次元的な距離分布を検出し、距離分布情報を発生する。ブレ検出部6は、撮像部4による撮像期間中の撮影光学系3のブレを検出し、時間的に変化するブレ信号を発生する手段であって、角速度センサ等から構成される。

【0020】点像分布関数生成部7は、被写界の距離分布情報とブレ信号に応じて、距離毎に異なった点像分布関数を生成する。ここで点像分布関数とは、点像がブレによりボケた時の強度分布を表す関数である。

【0021】画像修復部8は、撮像部4が生成するブレにより劣化した画像信号を、点像分布関数生成部7が生成する点像分布関数により、距離分布情報に応じて画像処理し、ブレによる劣化を修復した画像信号を生成する。

【0022】図2は、本発明をデジタルスチルカメラ10に適用した場合の実施例のブロック構成図である。

【0023】撮影レンズ11により形成された被写体像は、CCD等の電荷蓄積型の固体撮像素子12により光電変換され、画像信号が outputされる。画像信号はA/D変換手段18によりデジタル画像信号に変換され、RAM等の揮発性のメモリ19に格納される。メモリ19に格納された画像信号は、液晶表示手段20により画像表示されるとともに、コンパクトフラッシュ（登録商標）メモリ等の不揮発性の記録媒体21に記録される。CPU（中央処理制御手段）17は上述の撮像動作、格納動作、表示動作、記録動作の制御を行う。

【0024】角速度センサV13と角速度センサH14は、デジタルスチルカメラ10の手ブレを検出するためのブレ検出センサであり、撮影レンズ11の光軸と直交し、かつ互いに直交する2つの軸回りのデジタルスチルカメラ10の角速度をリアルタイムに検出し、検出出力を角速度信号としてCPU17へ送る。

【0025】距離センサ15は、被写界の2次元的な距離分布を検出するためのセンサであり、その詳細は後述

する。

【0026】レリーズボタン16は、撮影時に撮影者により操作される部材であって、操作に応じてレリーズ信号を発生する。

【0027】なお上記デジタルスチルカメラ10には不図示の光学ファインダが備えられており、これにより撮影者は被写体を観察できる。

【0028】以上のような構成において、CPU17は、角速度センサV13と角速度センサH14からの角速度信号に基づき、撮像期間中の撮影レンズ11のブレを検出するとともに、レリーズ信号が入力された時の被写界の距離分布情報を距離センサ15より獲得する。CPU17は、ブレ信号と距離分布情報に基づき、距離に応じて点像分布関数を生成する。さらにこれらの点像分布関数を用い、メモリ19に格納されているブレ劣化画像信号に後述の画像修復処理を施し、修復された画像信号をメモリ19に再格納する。修復された画像信号は液晶表示手段20に表示されるとともに、記録媒体21に記録される。

【0029】ここで距離センサ15について詳細に説明する。図3は、距離センサ15の構成を示す図であって、測距レンズ42により形成される被写界の像を、測距レンズ42の後方Eに配置された2次元画像センサ44で撮像し、被写界像の画像データを生成する。また測距レンズ42と光学的特性が等しい測距レンズ43により形成される被写界の像を、測距レンズ43の後方Eに配置された2次元画像センサ45が撮像し、被写界像の画像データを生成する。なお測距レンズ42と測距レンズ43は基線長Bを隔てて並置される。

【0030】このような構成において、未知の距離dにある点46に対応する2次元画像センサ44、45上の結像点47、48は、図4のような関係となる。結像点47、48の像間隔Lを画像センサ44、45が生成する画像データに基づき測定すれば、三角測距の原理に従い、式5により距離dを求めることができる。

【0031】

【数5】

$$d = B \times E / (L - B)$$

【0032】また画面上で測距点を走査して距離を測定すれば、被写界の2次元的な距離分布を検出することができる。さらに固体撮像素子12の画像信号と2次元画像44、45の画像データを対応付け（縮小／拡大、シフトなど）ることにより、撮像画面中の被写界の距離分布を検出することができる。

【0033】図5は、図2に示したCPU17とその周辺の構成をより詳細に示したブロック図である。図5を用いて、ブレにより劣化した画像信号の修復の工程を詳細に説明する。

【0034】図5において、角速度センサV13、角速

度センサH14からは、デジタルスチルカメラ10に加わる手ブレなどに応じ、角速度信号が生成される。図6に、手ブレとして正弦波が加わった場合の1次元の角速度信号を示す。この角速度信号は、所定のサンプリング間隔でA/D変換され、デジタルデータに変換される。デジタルデータに変換された角速度信号は、積分演算部31によって積分され相対角度信号（積分定数を除いた相対的な角度変位を表す）に変換され、ブレ分布記憶部32に送られる。図7は、図6の相対角速度信号を積分した場合の相対角度信号を示す。

【0035】レリーズボタン16からは撮影者による操作に応じたレリーズ信号が、撮影制御部33、距離センサ15に送られる。撮影制御部33では、レリーズ信号に応じて被写体輝度、固体撮像素子12の感度、撮影レンズ11の絞り値より設定された露光時間により、固体撮像素子12の露光を制御するとともに、露光タイミング信号をブレ分布記憶部32に送信する。ブレ分布記憶部32では、露光タイミング信号に応じて、露光期間中の相対角速度信号を記憶する。

【0036】図8はこのようにしてブレ分布記憶部32に記憶された相対角度信号のデータの2次元的な状態を示したものであり、露光期間中に所定時間間隔でサンプリングされた相対角度のデータ値が黒丸で示されている。図9に示すように、X軸およびY軸は、撮影画面41において互いに直交するように定義される。なお図8において、θxはX軸回りの角度、θyはY軸回りの角度を表している。ここで露光期間中の総サンプリング数をNとし、n回目のサンプリングを(θxn, θyn)とする。また1～N回のサンプリングにおける相対角度データの平均が(0, 0)となるように変換される。

【0037】一方レリーズ信号に応じて、距離センサ15は撮影される被写界の距離分布を測定し、距離分布演算部34に送る。距離分布演算部34では、送られてきた2次元の距離分布をもとに、撮影画面における距離値の出現頻度を図10のようなヒストグラムにまとめる。このヒストグラムを用い、出現頻度の高さに応じて近距離から無限距離までの被写界距離をいくつかの距離ゾーン（図10ではZ1、Z2、Z3、Z4）に分割し、その距離ゾーンの代表値となる距離データ（図10ではd1、d2、d3、d4）を選択する。また距離分布演算部34は、前記距離ゾーンに応じて画像信号を複数の部分画像に分割する。

【0038】点像分布関数演算部35では、距離分布演算部34で求められた距離データに基づき、ブレ分布記憶部32に記憶された相対角度信号を画面上における像ブレ信号に変換する。図11は、相対角度信号から像ブレ信号への距離に応じた変換の原理を説明する図であって、簡単のため撮影光学系を1枚のレンズ51で示す。またレンズ51の焦点距離はfである。レンズ51が画面54の中心55に対し、y軸回りに角度θy傾いてブ

れた場合を考える。この時光軸上の距離  $d_1$  および  $d_2$  にある点  $5_2$ 、 $5_3$  の画面  $x$  軸方向の像ブレ量は、点  $5_2$ 、 $5_3$  に対応する像点  $5_6$ 、 $5_7$  の画面中心  $5_5$  からの距離を  $X_1$ 、 $X_2$  として、数式 6 で求められる。

【0039】

【数6】

$$X_1 = d_1 \times f \times \tan \theta y / (d_1 - f)$$

$$X_2 = d_2 \times f \times \tan \theta y / (d_2 - f)$$

【0040】数式 6 からもわかるように、 $d / (d - f)$  のファクターは近距離になるほど急激に変化するため、近距離ほど同じ角度ブレに対するボケ量の変化も急激になる。

【0041】点像分布関数演算部 35 では、数式 6 に基づき、図 8 に示すような相対角度信号 ( $\theta_{x,n}$ 、 $\theta_{y,n}$ ) を距離データ  $d_1$ 、 $d_2$  … に応じて像ブレ信号 ( $X_{1n}$ 、 $Y_{1n}$ )、( $X_{2n}$ 、 $Y_{2n}$ ) … に変換する。さらに離散的な像ブレ信号 ( $X_{1n}$ 、 $Y_{1n}$ )、( $X_{2n}$ 、 $Y_{2n}$ ) … は、スムージング等の手法により、図 12 に示すような連続的な点像分布関数  $h_1(x, y)$ 、 $h_2(x, y)$  … に変換される。

【0042】画像修復部 38 では、原画像メモリ 36 に格納されているブレにより劣化した画像信号を読み出し、これに対し点像分布関数  $h_1(x, y)$ 、 $h_2(x, y)$  … により画像修復処理を施し、さらに画面内の距離ゾーン分割に応じた画像合成処理を行って修復画像信号を生成し、修復画像メモリ 37 に格納する。

【0043】なお個々の点像分布関数  $h_1(x, y)$ 、 $h_2(x, y)$  … による画像修復処理の手法は、数式 1 ~ 数式 4 に述べた手法が適用される。

【0044】図 13 は上記処理のイメージ図である。まずブレにより劣化した画像 61 から、距離ゾーン ( $Z_1$ 、 $Z_2$ 、 $Z_3$ 、 $Z_4$ ) に応じて複数の部分に分割されて認識された画像情報 62 を得る。次にブレにより劣化した画像 61 が、代表距離データ ( $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ 、 $d_4$ ) に応じて定められた点像分布関数  $h_1(x, y)$ 、 $h_2(x, y)$ 、 $h_3(x, y)$ 、 $h_4(x, y)$  によりそれぞれ画像修復処理され、修復された画像からさらに画像情報 62 により、距離毎に分割された部分画像 63、64、65、66 が抽出される。最後に分割された部分画像 63、64、65、66 を合成し、修復画像 67 を生成する。

【0045】図 14 から図 16 は、図 2 で説明した CPU 17 の動作プログラムを示したフローチャート図である。なお固体撮像素子として、CCD を用いるとして説明する。図 14 は CPU 17 のメインプログラムであり、図 15 は所定時間間隔で角速度信号を A/D 変換するためのタイマ割込みプログラム、図 16 はレリーズ信号により起動するレリーズ割込みプログラムである。ここで図 14 のメインプログラム実行中に、図 15、図 16

のタイマ割込みおよびレリーズ割込みの処理プログラムが適宜割り込んで実行される構成となっている。

【0046】図 14においてデジタルスチルカメラ 10 の電源オンにより CPU 17 の動作がスタートする。S 101 では、CCD の動作リセット、タイマ類のリセットが行われ、その後タイマ割込み、レリーズ割込み割込が許可される。S 102 では、露光時間の決定に必要な情報（被写体輝度、画素感度、絞り値等）に応じて、CCD の電荷蓄積時間（露光時間）を演算する。以降 S 102 を繰り返す。

【0047】図 15 はタイマ割込みのプログラムのフローチャートであって、S 201 では、角速度信号を A/D 変換してメモリに格納する。S 202 では、メモリに格納されている角速度データを最新データまで積分して相対角度信号を演算する。S 203 では演算した相対角度信号をメモリに格納しリターンする。

【0048】図 16 はレリーズ割込みのプログラムのフローチャートであって、S 301 では距離センサより距離分布情報を取り込み、距離ヒストグラムを作成し、距離

ゾーンに従って代表距離データを算出して記憶する。S 302 では最新の露光時間に基づき CCD の撮像を行わせる。S 303 では CCD より画像信号を掃き出させ、S 304 では該画像信号を A/D 変換し、S 305 では A/D 変換後の画像信号をメモリに一時格納する。S 306 ではメモリに格納した画像信号を記録媒体に記録する。S 307 では距離ゾーンに応じて画像信号を部分画像に分割する。S 308 ではメモリに格納されている相対角度信号と代表距離データから、代表距離データに応じた点像分布関数を演算する。S 309 では代表距離データに応じた点像分布関数により画像修復処理演算を行うとともに、距離ゾーンに応じて分割された部分毎に修復画像を抽出する。S 310 では部分毎に修復された画像を合成し、全体的な修復画像を生成する。S 311 では合成された修復画像を記録媒体に記録し、S 102 に戻る。

【0049】以上のように距離に応じて最適な点像分布関数でブレ画像修復処理を行うことにより、画面中に異なる距離の複数の被写体が存在した場合や接写撮影の場合でもブレ修復を良好に行うことができる。

【0050】（変形形態の説明）本発明は以上説明した実施形態に限定されることなく、種々の変形や変更が可能である。

【0051】図 5 に示した実施例では、被写界の 2 次元的な距離分布を検出し、距離に応じて複数の点像分布関数を用意して、ブレ画像の修復を行っているが、必ずしも 2 次元的な距離分布を検出する必要はない。例えば主要被写体となる物体までの距離のみを測定し、その距離に応じた点像分布関数を生成し、該点像分布関数により全体の画像修復を行うようにしてもよい。このような処理を行っても、主要被写体と異なる距離にある物体の像

は、焦点ボケにより既にボケているために問題を生ずる可能性は少ない。このようにすれば2次元の距離分布を検出するための距離検出装置が不要となり、安価な簡易構成の距離検出装置があればいいので、デジタルスチルカメラ等に画像修復装置を組み込むことが容易になる。

【0052】また図5に示した実施例では、撮影光学系の角度ブレにより像ブレが発生するものとして説明したが、近接撮影においては撮影光学系の平行ブレ（光軸が平行にシフトするブレ）の影響も大きくなる。このような場合には、平行ブレ検出用の加速度センサを用いてこの平行ブレ信号を検出し、この平行ブレ信号と距離データを用いて距離に応じた点像分布関数を求めるようにしてもよい。

【0053】図17は、距離に応じて平行ブレ信号から像ブレ信号への変換を行う場合の原理を説明する図であって、図11と同じ構成要素には同じ番号を付与してある。このような構成によりレンズ51がx軸方向にRだけシフトした場合を考える。この時光軸上の距離d1およびd2にある点52、53の画面x軸方向の像ブレ量は、点52、53に対応する像点56、57の画面中心55からの距離をX1、X2として、式7で求められる。

【0054】

【数7】

$$X_1 = f \times R / (d_1 - f)$$

$$X_2 = f \times R / (d_2 - f)$$

【0055】式7からもわかるように、近接撮影において距離dが焦点距離fに近くなってくると、平行ブレに対するボケ量も急激に増加する。式7の変換式により距離に応じて平行ブレを像ブレに変換し、該像ブレに応じた点像分布関数を求めることができる。このようにして求めた点像分布関数を図5の実施例に適用することにより、平行ブレにより生ずる像ブレも距離に応じて画像修復することができる。

【0056】以上の実施例によれば、近接撮影時の像ブレを良好に画像修復することが可能になる。また上記平行ブレの画像修復と前記角度ブレによる画像修復を組み合わせることにより、更に画像修復の効果を高めることができる。

【0057】また角度ブレや平行ブレを像ブレ量に変換する式6および式7において、近接撮影のため撮影レンズが大きく繰り出され、焦点距離fが繰り出し量に応じて大きく変化する場合等においては、式6および式7を適宜レンズ繰り出し量や撮影倍率などにより補正することが可能である。また図2または図5の実施例においては、ブレ検出センサとして角速度センサを用いたが、これに限定されるものではなく、加速度センサや画像センサ（像の時間的な動きにより像ブレを検出）でも構わない。

【0058】また図2および図5の実施例においては、距離センサとしてパッシブ型の三角測距方式の距離検出装置を用いたが、これに限定されるものではなく、いわゆるアクティブ型の三角測距装置（ビーム光を所定の光軸にそって被写界側に発し、ビーム光と基線長離れた光学系により反射ビーム光の結像位置を測定することにより距離を検出する）により被写界を走査して距離分布を測定してもよい。また電磁波や音波を発し、被写界からの反射波の戻り時間を測定することにより、被写界の距離分布を検出するようにしても構わない。このようにすれば、被写界が比較的暗い場合においても距離測定を高精度に行うことが可能になる。

【0059】また図2および図5の実施例においては、リリーズ信号に応じてデジタルスチルカメラ内で自動的にブレ画像修復が行われているが、距離情報または距離分布情報、ブレ情報、画像信号をひとまず記録媒体に記憶しておき、後からデジタルスチルカメラが記録媒体より距離情報または距離分布情報、ブレ情報、画像信号を読み出してブレ画像の修復を行うようにも構わない。このようにすればブレ画像処理をデジタルスチルカメラの負担の少ない時間に行えるので、連続撮影を行う場合に有利である。

【0060】また距離情報または距離分布情報、ブレ情報、画像信号をひとまず記録媒体に記憶しておき、後からパソコン等で記録媒体から距離情報または距離分布情報、ブレ情報、画像信号を読み出し、パソコン側でブレ画像の修復を行うようにも構わない。このようにすればデジタルスチルカメラの負担を少なくすることができるとともに、より演算規模の大きい画像処理を行うことができる。画像修復の品質も向上する。記録媒体としてはメモリカードの他に銀塩フィルムを使用することも可能である。例えば磁気層を備えた銀塩フィルムに画像を光学的に記録するとともに、前記磁気層に距離情報または距離分布情報、ブレ情報を磁気的に記録するとともに、パソコンにてスキャナー等で前記銀塩フィルムを読み込んで画像信号を抽出し、また磁気ヘッドにより磁気層に記録された距離情報または距離分布情報を読み取る構成にしてもよい。このようにすればデジタルスチルカメラだけでなく銀塩フィルムを使用した撮影システムに対しても本発明の画像修復を適用することができる。

【0061】また図2および図5の実施例においては、ブレ画像の修復処理はデジタルスチルカメラ内で自動的にブレ画像修復が行われているが、距離ゾーンに応じて画面内を複数部分に分割する処理などは、画像を表示部等に表示しながら撮影者の操作入力によりインタラクティブに行うようにも構わない。このようにすれば、自動化処理が困難な場合にも撮影者の意図を反映できるので、ブレ画像修復がより確実に実行できる。

【0062】また図2および図5の実施例においては、

11

全ての距離ゾーンの画像に対してプレ画像修復処理を行っていたが、撮影光学系の設定距離から離れている距離ゾーンの被写体の像は既に焦点ボケによりボケているので、このような距離ゾーンの画像に対してはプレ画像の修復処理を省略するようにしても構わない。例えば撮影光学系の設定距離情報と絞り値情報から演算した焦点ボケ量と所定の距離ゾーンの像プレ量を比較し、焦点ボケ量が支配的な場合は、この距離ゾーンの画像に対してはプレ画像修復処理を行わないようにする。このようすれば、画像処理時間を短縮し、レスポンスの高い画像修復装置を実現することが可能である。

【0063】また図2または図5の実施例においては、レリーズ信号に応じて常時プレ画像修復が行われているが、デジタルスチルカメラの動作設定モード（接写に適したカメラ動作を行う近接撮影モード、画像を記録する時の圧縮率が低い高精細記録モード）や撮影光学系の設定距離が所定距離より近距離側に設定された場合に、プレ画像修復処理を行うようにしてもよい。このようすれば、プレ画像修復の必要性が高い状況でのみプレ画像修復が自動的に行われるの、通常撮影時にはレスポンスの高い撮影が可能となる。

## 【0064】

【発明の効果】以上説明したように、本発明による画像修復装置および画像修復方法においては、画面上における被写界の距離または距離分布を検出し、距離または距離分布に応じて最適な点像分布関数を用いてプレ画像修復処理を行うため、従来のように距離によらず一律な点像分布関数を用いてプレ画像修復処理を行う場合と比較して、より良好なプレ画像修復が可能となり、特にプレの影響が大きい近接撮影画像のプレ修復に効果的である。

【0065】また画面内に距離の異なる複数の被写体があるような画像のプレ修復も、各距離に応じて部分的にプレ画像修復を行った後で全体の修復画像に合成するため、良好なプレ修復効果が期待できる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明を適用したデジタルカメラの構成を示すブロック図である。

\*40

12

\* 【図3】距離検出の原理を説明する図である。  
【図4】距離検出の原理を説明する図である。  
【図5】CPUとその周辺の構成を示すブロック図である。

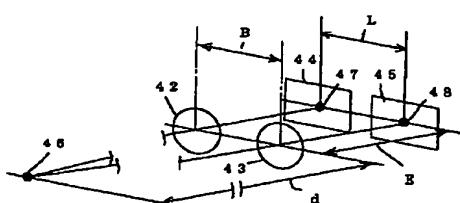
【図6】角速度信号の波形を示す図である。  
【図7】相対角度信号の波形を示す図である。  
【図8】相対角度信号の様子を示す図である。  
【図9】撮影画面上の座標を説明する図である。  
【図10】距離分布の説明図である。  
10 【図11】距離に応じた角度プレと像プレの関係を説明する図である。  
【図12】点像分布関数の説明図である。  
【図13】距離に応じたプレ画像修復処理の説明図である。  
【図14】CPU動作処理を示すフローチャート図である。  
【図15】CPU動作処理を示すフローチャート図である。  
【図16】CPU動作処理を示すフローチャート図である。

【図17】距離に応じた平行プレと像プレの関係を説明する図である。

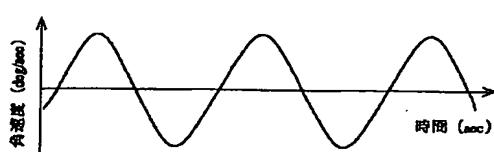
## 【符号の説明】

1	画像修復装置
3	撮影光学系
4	撮像部
5	距離検出部
6	プレ検出部
7	点像分布関数生成部
8	画像修復部
11	撮影レンズ
12	固体撮像素子
13	角速度センサV
14	角速度センサH
15	距離センサ
16	レリーズボタン
17	CPU
19	メモリ
21	記録媒体

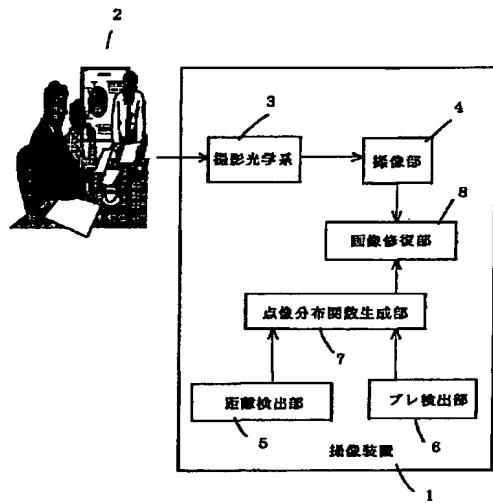
【図3】



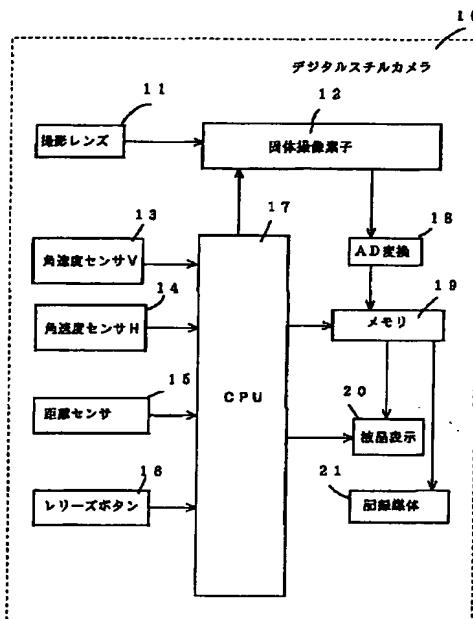
【図6】



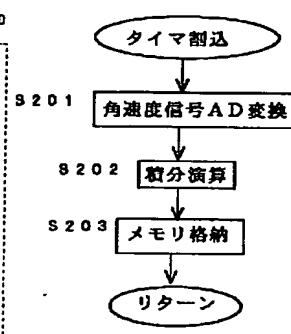
【図1】



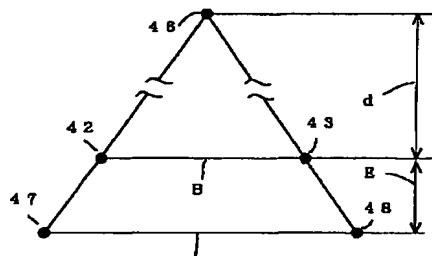
【図2】



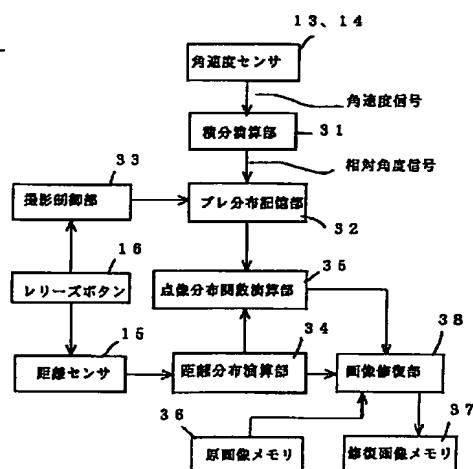
【図15】



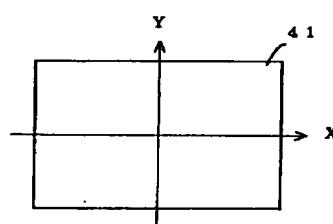
【図4】



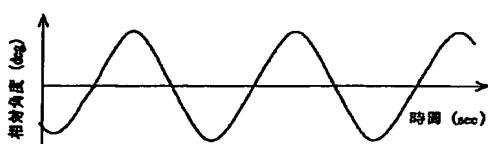
【図5】



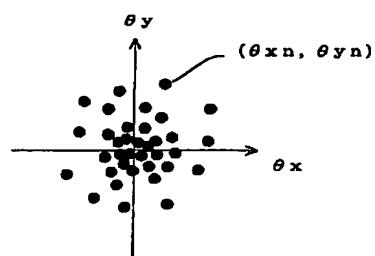
【図9】



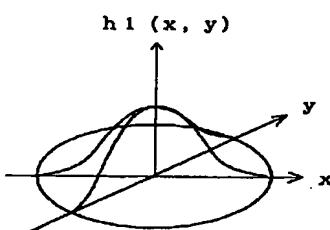
【図7】



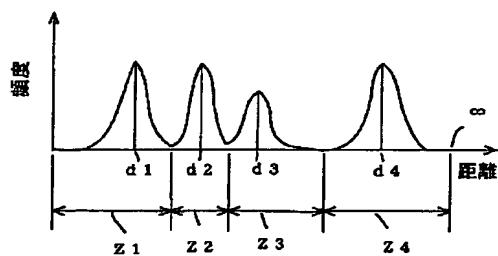
【図8】



【図12】

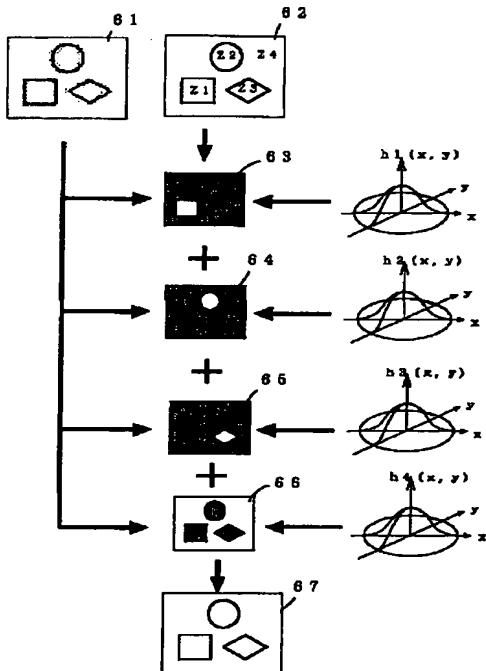
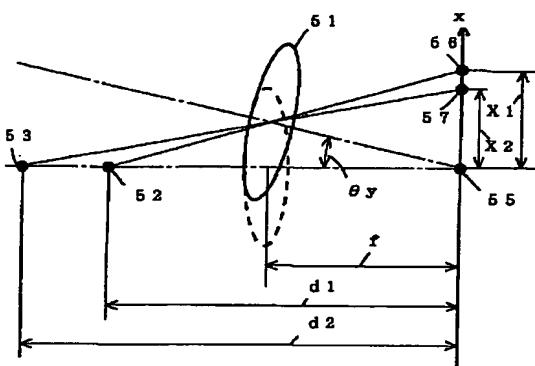


【図10】



【図13】

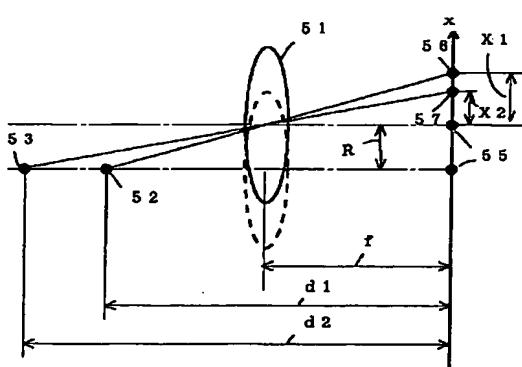
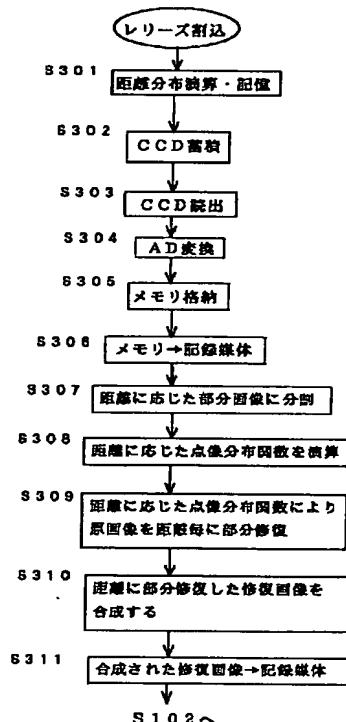
【図11】



【図17】

【図14】

【図16】



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-112099  
 (43)Date of publication of application : 12.04.2002

(51)Int.CI. H04N 5/232  
 G03B 5/00  
 // H04N101:00

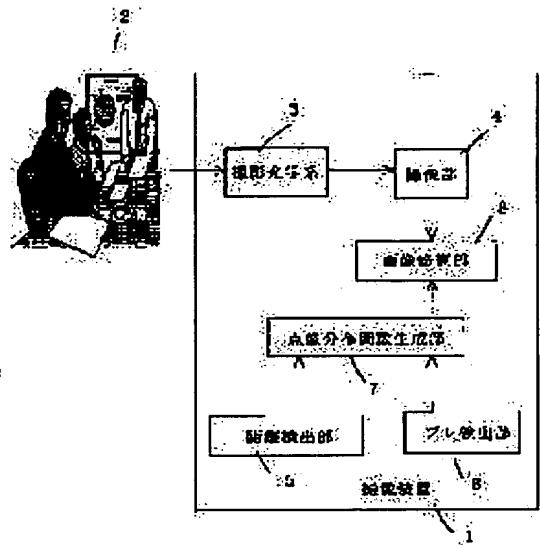
(21)Application number : 2000-295767 (71)Applicant : NIKON CORP  
 (22)Date of filing : 28.09.2000 (72)Inventor : KUSAKA YOSUKE

## (54) APPARATUS AND METHOD FOR REPAIRING IMAGE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an apparatus and a method for repairing a blurred image with high quality regardless of the distance to an object.

**SOLUTION:** An image pickup section (4) generates an image signal corresponding to the image of a field formed through an image pickup optical system (3). A point image distribution function generating section (7) generates a point image distribution function dependent on the distance based on two-dimensional distance distribution information of the field detected at a distance detecting section (5), and an image blur signal during exposure period detected at a blur detecting section (6). An image repairing section (8) divides the image signal into partial images based on the distance distribution information, performs image processing for repairing blur of each partial image using the point image distribution function dependent on the distance and generates the entire image by synthesizing the repaired partial images.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The photography optical system which forms the image of a field on a predetermined screen, and the image pick-up section which picturizes the image of the field formed on said screen, and generates a picture signal, The distance detecting element which detects the distance of the field on said screen and generates distance information, The Bure detecting element which detects Bure at the time of the image pick-up of said photography optical system, and generates the Bure signal, Image restoration equipment characterized by consisting of said distance information, the point spread function generation section which generates the point spread function according to distance based on said Bure signal, and the image restoration section which restores said picture signal using said point spread function, and forms a restoration image.

[Claim 2] In image restoration equipment according to claim 1 said distance detecting element While detecting two-dimensional distance distribution of a field and dividing field distance into two or more distance zones based on said distance distribution information Two or more distance data representing each distance zone are computed, and said point spread function generation section generates two or more point spread functions which responded to said two or more distance data. Said image restoration section While dividing a picture signal into two or more partial images according to said distance zone Image restoration equipment characterized by restoring using the point spread function according to the distance data for this every partial image, forming two or more partial restoration images, and forming said restoration image by compounding these two or more partial restoration images.

[Claim 3] The information read-out section which reads image information, distance information, and the Bure information from the record medium with which the image information which picturized the field, the distance information on the field at the time of an image pick-up, and the Bure information at the time of an image pick-up were recorded, Image restoration equipment characterized by consisting of the point spread function generation section which generates the point spread function according to distance, and the image restoration section which restores said picture signal using said point spread function, and forms a restoration image based on said distance information and said Bure information.

[Claim 4] The step which forms the image of a field on a predetermined screen, and the step which picturizes the image of the field formed on said screen, and generates a picture signal, The step which detects the distance of the field on said screen and generates distance information, The step which detects Bure at the time of an image pick-up, and generates the Bure signal, and said distance information and the step which generates the point spread function according to distance based on said Bure signal, The image restoration approach characterized by consisting of a step which restores said picture signal using said point spread function, and forms a restoration image.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]**

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the image restoration equipment and the image restoration approach of restoring the image which deteriorated for blurring etc. in the image which does not have Bure by the image processing.

[0002]

[Description of the Prior Art] The image which deteriorated by Bure from the former is restored, and the technique which restores the image of the origin which does not have Bure is known. For example, in JP,62-127976,A, image degradation by Bure at the time of photography is expressed with a point spread function, and the Bure image is restored based on this point spread function.

[0003] For example, data processing of image restoration is performed as follows. That is, if  $(x, y)$  are made into the position coordinate on a screen and image information when a point fades the image information of the image which deteriorated the image information of an image in case there is not Bure by Function  $f(x, y)$  and Bure by Function  $g(x, y)$  and Bure is made into a point spread function  $h(x, y)$ , the relation of a formula 1 will be realized.

[0004]

[Equation 1]

$$f(x, y) * h(x, y) = g(x, y)$$

[0005] \* is a notation showing a convolution operation here. If the Fourier transform of the both sides of a formula 1 is carried out, a formula 2 will be realized in a frequency domain.

[0006]

[Equation 2]

$$F(u, v) \times H(u, v) = G(u, v)$$

[0007] Functions G, F, and H are the fourier transform functions of Functions g, f, and h, and u and v express the frequency of x and the direction of y here, respectively. It will become a formula 3 if the both sides of a formula 2 are \*\*(ed) by H(u, v).

[0008]

[Equation 3]

$$F(u, v) = G(u, v) / H(u, v)$$

[0009] If the inverse Fourier transform of the formula 3 is furthermore carried out, the function  $f(x, y)$  which is the image information of the origin which does not have Bure will be obtained like a formula 4.

[0010]

[Equation 4]

$$\begin{aligned} f(x, y) &= S(F(u, v)) \\ &= S(G(u, v) / H(u, v)) \end{aligned}$$

[0011] S() expresses an inverse Fourier transform here. That is, the Fourier transform of the image function which deteriorated by Bure is performed, and if this is \*\*(ed) with the Fourier transform of the point spread

function by Bure and carries out inverse Fourier transform further, it can ask for the image function of the origin which does not have Bure.

[0012]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when the above-mentioned conventional technique was applied to the image picturized actually, a good result was not necessarily obtained.

[0013] For example, the Bure restoration was inadequate to the image and close-up photography image with which two or more bodies with which distance differs exist in the same screen.

[0014] Then, this invention aims at offering the Bure image restoration equipment and the Bure image restoration approach of performing the Bure image restoration good also to the image and close-up photography image with which the photographic subject of a different distance all over a screen was intermingled.

[0015]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned object, with the image restoration equipment by invention according to claim 1 The photography optical system which forms the image of a field on a predetermined screen, and the image pick-up section which picturizes the image of the field formed on said screen, and generates a picture signal, The distance detecting element which detects the distance of the field on said screen and generates distance information, The Bure detecting element which detects Bure at the time of the image pick-up of said photography optical system, and generates the Bure signal, It is characterized by consisting of said distance information, the point spread function generation section which generates the point spread function according to distance based on said Bure signal, and the image restoration section which restores said picture signal using said point spread function, and forms a restoration image.

[0016] In invention according to claim 2, it sets to image restoration equipment according to claim 1. Said distance detecting element While dividing field distance into two or more distance zones based on said distance distribution information Two or more distance data representing each distance zone are computed, and said point spread function generation section generates two or more point spread functions which responded to said two or more distance data. Said image restoration section While dividing a picture signal into two or more partial images according to said distance zone, it is characterized by restoring using the point spread function according to the distance data for this every partial image, forming two or more partial restoration images, and forming said restoration image by compounding these two or more partial restoration images. With the image restoration equipment by invention according to claim 3 The information read-out section which reads image information, distance information, and the Bure information from the record medium with which the image information which picturized the field, the distance information on the field at the time of an image pick-up, and the Bure information at the time of an image pick-up were recorded, Based on said distance information and said Bure information, it is characterized by consisting of the point spread function generation section which generates the point spread function according to distance, and the image restoration section which restores said picture signal using said point spread function, and forms a restoration image. By the image restoration approach by invention according to claim 4 The step which forms the image of a field on a predetermined screen, and the step which picturizes the image of the field formed on said screen, and generates a picture signal, The step which detects the distance of the field on said screen and generates distance information, It is characterized by consisting of the step which detects Bure at the time of an image pick-up, and generates the Bure signal, said distance information and the step which generates the point spread function according to distance based on said Bure signal, and a step which restores said picture signal using said point spread function, and forms a restoration image.

[0017]

[Embodiment of the Invention] Even if we were the same amounts of Bure wholeheartedly as a result of research, the amounts of dotage produced by Bure differed according to photographic subject distance, and, moreover, that the amount of dotage by Bure becomes large rapidly for a short distance traced that it was the cause by which the Bure restoration becomes imperfection to the image and close-up photography image with which two or more bodies with which distance differs exist in the same screen. That is, with the conventional Bure image restoration technique, since the uniform point spread function (dotage) was assumed and the Bure image restoration was performed, without taking photographic subject distance into consideration, it became clear that the Bure restoration was inadequate.

[0018] In this invention, two or more bodies with which distance differs enabled good Bure restoration to the

image and close-up photography image which exist in the same screen by restoring the Bure image based on the point spread function according to distance. Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained with reference to a drawing. Drawing 1 is the block block diagram showing the concept of the image restoration equipment by this invention.

[0019] In drawing 1, image restoration equipment 1 consists of the photography optical system 3, the image pick-up section 4, the distance detecting element 5, a Bure detecting element 6, the point spread function generation section 7, and the image restoration section 8. The photography optical system 3 forms the image of a field 2 on a predetermined screen. It consists of solid state image pickup devices which picturize the image of the field 2 formed on the predetermined screen, such as CCD and CMOS, and a control circuit of those, the exposure time (charge storage time) of a solid state image pickup device is controlled by the control circuit according to the brightness of a photographic subject image, and the image pick-up section 4 generates the picture signal corresponding to the image of a field. The distance detecting element 5 is constituted by well-known distance detection equipment, detects two-dimensional distance distribution of the field formed on the predetermined screen, and generates distance distribution information. The Bure detecting element 6 detects Bure of the photography optical system 3 in the image pick-up period by the image pick-up section 4, is a means to generate the Bure signal which changes in time, and consists of angular-velocity sensors etc.

[0020] The point spread function generation section 7 generates a different point spread function for every distance according to the distance distribution information and the Bure signal of a field. A point spread function is a function showing intensity distribution when a point fades by Bure here.

[0021] With the point spread function with which the point spread function generation section 7 generates the picture signal which deteriorated by Bure whom the image pick-up section 4 generates, according to distance distribution information, the image processing of the image restoration section 8 is carried out, and it generates the picture signal which restored degradation by Bure.

[0022] Drawing 2 is the block block diagram of the example at the time of applying this invention to a digital still camera 10.

[0023] Photo electric translation of the photographic subject image formed with the taking lens 11 is carried out by the solid state image pickup device 12 of charge storage molds, such as CCD, and a picture signal is outputted. A picture signal is changed into a digital picture signal by the AD translation means 18, and is stored in the volatile memory 19, such as RAM. It is recorded on the record medium 21 of non-volatiles, such as CompactFlash (trademark) memory, while image display of the picture signal stored in memory 19 is carried out by the liquid crystal display means 20. CPU (central-process control means)17 performs control of above-mentioned image pick-up actuation, storing actuation, a display action, and record actuation.

[0024] The angular-velocity sensor V13 and the angular-velocity sensor H14 are the Bure detection sensors for detecting blurring of a digital still camera 10, detect the angular velocity of the digital still camera 10 of the circumference of two shafts which intersect perpendicularly with the optical axis of a taking lens 11, and intersect perpendicularly mutually on real time, and send it to CPU17 by making a detection output into an angular-velocity signal.

[0025] A distance robot 15 is a sensor for detecting two-dimensional distance distribution of a field, and mentions the detail later.

[0026] The release carbon button 16 is a member operated by the photography person at the time of photography, and generates a release signal according to actuation.

[0027] In addition, the above-mentioned digital still camera 10 is equipped with the non-illustrated optical finder, and, thereby, a photography person can observe a photographic subject.

[0028] In the above configurations, CPU17 acquires the distance distribution information on a field when a release signal is inputted from a distance robot 15 while detecting Bure of the taking lens 11 in an image pick-up period based on the angular-velocity signal from the angular-velocity sensor V13 and the angular-velocity sensor H14. CPU17 generates a point spread function according to distance based on the Bure signal and distance distribution information. The below-mentioned image restoration processing is performed to the Bure degradation picture signal furthermore stored in memory 19 using these point spread functions, and the restored picture signal is re-stored in memory 19. The restored picture signal is recorded on a record medium 21 while it is displayed on the liquid crystal display means 20.

[0029] The distance sensor 15 is explained to a detail here. Drawing 3 is drawing showing the configuration of

a distance robot 15, picturizes the image of the field formed with the ranging lens 42 by the two-dimensional image sensor 44 arranged behind [ E ] the ranging lens 42, and generates the image data of a field image. Moreover, the two-dimensional image sensor 45 arranged behind [ E ] the ranging lens 43 picturizes the image of the field formed with the ranging lens 42 and the ranging lens 43 with an equal optical property, and the image data of a field image is generated. In addition, the ranging lens 42 and the ranging lens 43 separate the base length B, and are juxtaposed.

[0030] In such a configuration, the two-dimensional image sensor 44 corresponding to the point 46 in the strange distance d and the image formation points 47 and 48 on 45 serve as relation like drawing 4. If the image spacing L of the image formation points 47 and 48 is measured based on the image data which the image sensors 44 and 45 generate, according to the principle of triangular ranging, distance d can be found with a formula 5.

[0031]

[Equation 5]

$$d = B \times E / (L - B)$$

[0032] Moreover, if a ranging point is scanned on a screen and distance is measured, two-dimensional distance distribution of a field is detectable. Furthermore, distance distribution of the field in the inside of an image pickup screen is [ the picture signal of a solid state image pickup device 12, and the image data of the two-dimensional images 44 and 45 ] detectable with matching \*\*\*\*\* (a cutback/amplification, shift, etc.).

[0033] Drawing 5 is the block diagram having shown more CPU17 shown in drawing 2, and the configuration of the circumference of it in the detail. The process of restoration of the picture signal which deteriorated by Bure is explained to a detail using drawing 5.

[0034] In drawing 5, an angular-velocity signal is generated according to blurring which joins a digital still camera 10 from the angular-velocity sensor V13 and the angular-velocity sensor H14. The angular-velocity signal which is one dimension when a sine wave joins drawing 6 as blurring is shown. The AD translation of this angular-velocity signal is carried out with a predetermined sampling period, and it is changed into digital data. It integrates with the angular-velocity signal changed into the digital data by the integral operation part 31, it is changed into a signal (the relative include angle except an integration constant -- a variation rate is expressed) whenever [ angular relation ], and is sent to the Bure distribution storage section 32. Drawing 7 shows a signal whenever [ at the time of integrating with the angular relation speed signal of drawing 6 / angular relation ].

[0035] From the release carbon button 16, the release signal according to actuation by the photography person is sent to the photography control section 33 and a distance robot 15. In the photography control section 33, while controlling exposure of a solid state image pickup device 12 by the exposure time set up according to the release signal from photographic subject brightness, the sensibility of a solid state image pickup device 12, and the drawing value of a taking lens 11, an exposure timing signal is transmitted to the Bure distribution storage section 32 by it. In the Bure distribution storage section 32, the angular relation speed signal in an exposure period is memorized according to an exposure timing signal.

[0036] The two-dimensional condition of the data of a signal is shown whenever [ angular relation / which carried out drawing 8 in this way, and was memorized by the Bure distribution storage section 32 ], and the data value of whenever [ angular relation / which was sampled with the predetermined time interval during the exposure period ] is shown by the black dot. As shown in drawing 9, the X-axis and a Y-axis are defined as intersecting perpendicularly mutually in the photography screen 41. In addition, in theta x, in drawing 8, the include angle of the circumference of the X-axis and thetay express the include angle of the circumference of a Y-axis. The total number of samplings in an exposure period is set to N here, and the n-th sampling is set to (thetaxn, thetayn). Moreover, it is changed so that the average of data may be set to (0, 0) whenever [ in the sampling of 1 - N time / angular relation ].

[0037] On the other hand, according to a release signal, a distance robot 15 measures distance distribution of the field photoed, and sends it to the distance distribution operation part 34. In the distance distribution operation part 34, the frequency of occurrence of the distance value in a photography screen is summarized based on the sent two-dimensional distance distribution at a histogram like drawing 10. Using this histogram, according to the height of the frequency of occurrence, the field distance from a short distance to the infinite distance is

divided into some distance zones (drawing 10 Z1, Z2, Z3, Z4), and the distance data (drawing 10 d1, d2, d3, d4) used as the central value of that distance zone are elected. Moreover, the distance distribution operation part 34 divides a picture signal into two or more partial images according to said distance zone.

[0038] In the point spread function operation part 35, a signal is changed into the image Bure signal on a screen whenever [angular relation / which was memorized by the Bure distribution storage section 32] based on the distance data called for by the distance distribution operation part 34. Drawing 11 is drawing which explains the principle of the conversion according to the distance from a signal to an image Bure signal whenever [angular relation], and since it is easy, it shows photography optical system with one lens 51. Moreover, the focal distance of a lens 51 is f. To the core 55 of Screen 54, a lens 51 inclines to the circumference of the y-axis, and considers the Bure \*\* case. The amount of image Bure of the direction of a screen x axis of the points 52 and 53 in the distance d1 and d2 on this Tokimitsu shaft is asked for the distance from the photograph center 55 of the image points 56 and 57 corresponding to points 52 and 53 with a formula 6 as X1 and X2.

[0039]

[Equation 6]

$$X_1 = d_1 \times f \times \tan \theta_y / (d_1 - f)$$

$$X_2 = d_2 \times f \times \tan \theta_y / (d_2 - f)$$

[0040] As shown also in a formula 6, in order to change so rapidly that the factor of  $d/(d-f)$  becomes at a short distance, change of the amount of dotage to as same the include-angle Bure as a short distance also becomes rapid.

[0041] whenever [angular relation / as shown in drawing 8 by the point spread function operation part 35 based on a formula 6] -- a signal (thetaxn, thetayn) -- the distance data d1 and d2 -- it changes into an image Bure signal (X1n, Y1n) and .. (X2n, Y2n) according to .. the continuous point spread functions h1 (x y) and h2 (x y) as show a still more nearly discrete image Bure signal (X1n, Y1n) and .. (X2n, Y2n) to drawing 12 by technique, such as smoothing, -- it is changed into ..

[0042] the picture signal which deteriorated by Bure stored in the subject-copy image memory 36 in the image restoration section 38 -- reading appearance -- carrying out -- this -- receiving -- point spread functions h1 (x y) and h2 (x y) .. image restoration processing -- giving -- further -- a part for the distance zone in a screen -- image composition processing in which it responded comparatively is performed, a restoration picture signal is generated, and it stores in the restoration image memory 37.

[0043] in addition, each point spread functions h1 (x y) and h2 (x y) -- the technique of having stated the technique of the image restoration processing by .. to the formula 1 - the formula 4 is applied.

[0044] Drawing 13 is image drawing of the above-mentioned processing. The image information 62 which was divided into two or more parts and has been recognized according to a distance zone (Z1, Z2, Z3, Z4) is obtained from the image 61 which deteriorated by Bure first. next, the point spread function h1 (x --) with which the image 61 which deteriorated by Bure was defined according to representation distance data (d1, d2, d3, d4) Image restoration processing is carried out by y), and h2 (x y), h3 (x y) and h4 (x y), respectively, and the partial images 63, 64, 65, and 66 divided for every distance are further extracted from the restored image by image information 62. The partial images 63, 64, 65, and 66 divided at the end are compounded, and the restoration image 67 is generated.

[0045] Drawing 14 to drawing 16 is flow chart drawing having shown the program of CPU17 explained by drawing 2 of operation. In addition, as a solid state image pickup device, it explains using CCD. Drawing 14 is the main program of CPU17, and a timer interruption program for drawing 15 to carry out the AD translation of the angular-velocity signal with a predetermined time interval and drawing 16 are release interruption programs started with a release signal. It has the composition that the processing program of the timer interruption of drawing 15 and drawing 16 and release interruption interrupts suitably, and is executed during main program activation of drawing 14 here.

[0046] In drawing 14, actuation of CPU17 starts by power-source ON of a digital still camera 10. In S101, reset of CCD of operation and reset of timers are performed, and timer interruption and a release interruption interrupt are permitted after that. In S102, the charge storage time (exposure time) of CCD is calculated according to information (photographic subject brightness, pixel sensibility, drawing value, etc.) required for

the decision of the exposure time. S102 is repeated henceforth.

[0047] Drawing 15 is the flow chart of the program of a timer interruption, in S201, carries out the AD translation of the angular-velocity signal, and stores it in memory. Even the newest data integrate S202 with the angular-velocity data stored in memory, and a signal is calculated whenever [ angular relation ]. In S203, the return of the signal is stored and carried out to memory whenever [ angular relation / which was calculated ].

[0048] Drawing 16 is the flow chart of the program of a release interrupt, in S301, from a distance robot, it incorporates distance distribution information, creates a distance histogram, and computes and memorizes representation distance data according to a distance zone. CCD is made to picturize based on the newest exposure time in S302. A picture signal is made to sweep out from CCD in S303, the AD translation of this picture signal is carried out in S304, and the temporary storage of the picture signal after an AD translation is carried out to memory in S305. In S306, the picture signal stored in memory is recorded on a record medium. In S307, a picture signal is divided into a partial image according to a distance zone. In S308, the point spread function according to representation distance data is calculated from a signal and representation distance data whenever [ angular relation / which is stored in memory ]. In S309, while the point spread function according to representation distance data performs an image restoration processing operation, a restoration image is extracted for every part divided according to the distance zone. In S310, the image restored for every part is compounded and an overall restoration image is generated. In S311, the compounded restoration image is recorded on a record medium, and it returns to S102.

[0049] Also the case where two or more photographic subjects of a different distance all over a screen exist, and in the case of close-up photography photography, by performing the Bure image restoration processing with the optimal point spread function according to distance as mentioned above, Bure restoration can be performed good.

[0050] (Explanation of a deformation gestalt) Various deformation and modification are possible for this invention, without being limited to the operation gestalt explained above.

[0051] Although two-dimensional distance distribution of a field is detected, two or more point spread functions are prepared according to distance and the Bure image is restored in the example shown in drawing 5, it is not necessary to necessarily detect two-dimensional distance distribution. For example, only the distance to the body used as main photographic subjects is measured, the point spread function according to the distance is generated, and this point spread function may be made to perform the whole image restoration. Even if it performs such processing, since the image of the body in a different distance from main photographic subjects has already faded by focal dotage, there is little possibility of producing a problem. Since the distance detection equipment for detecting two-dimensional distance distribution becomes unnecessary and there should just be distance detection equipment of a cheap simple configuration if it does in this way, it becomes easy to build image restoration equipment into a digital still camera etc.

[0052] Moreover, although the example shown in drawing 5 explained as what image Bure generates by include-angle Bure of photography optical system, in contiguity photography, the effect of parallel Bure (Bure whom an optical axis shifts to parallel) of photography optical system also becomes large. In such a case, this parallel Bure signal is detected using the acceleration sensor for parallel Bure detection, and you may make it ask for the point spread function according to distance using this parallel Bure signal and distance data.

[0053] Drawing 17 is drawing explaining the principle in the case of performing conversion to an image Bure signal from a parallel Bure signal according to distance, and has given the same number to the same component as drawing 11. The case where a lens 51 shifts only R in the direction of a x axis by such configuration is considered. The amount of image Bure of the direction of a screen x axis of the points 52 and 53 in the distance d1 and d2 on this Tokimitsu shaft is asked for the distance from the photograph center 55 of the image points 56 and 57 corresponding to points 52 and 53 with a formula 7 as X1 and X2.

[0054]

[Equation 7]

$$X_1 = f \times R / (d_1 - f)$$

$$X_2 = f \times R / (d_2 - f)$$

[0055] If distance d becomes close to a focal distance f in contiguity photography as shown also in a formula 7, the amount of dotage to parallel Bure will also increase rapidly. According to distance, parallel Bure can be

changed into image Bure by the transformation of a formula 7, and it can ask for the point spread function according to this image Bure. Thus, by applying the point spread function for which it asked to the example of drawing 5 , image Bure who arises by parallel Bure can also do image restoration according to distance.

[0056] According to the above example, it becomes possible to carry out image restoration of image Bure at the time of contiguity photography good. Moreover, by combining above-mentioned parallel Bure's image restoration, and the image restoration by said include-angle Bure, the effectiveness of image restoration can be heightened further.

[0057] Moreover, in the formula 6 and formula 7 which change include-angle Bure and parallel Bure into the amount of image Bure, when a taking lens lets out greatly for contiguity photography, a focal distance f lets out and it changes a lot according to an amount, it is possible to amend a formula 6 and a formula 7 with the amount of lens deliveries, a photography scale factor, etc. suitably. Moreover, in the example of drawing 2 or drawing 5 , although the angular-velocity sensor was used as a Bure detection sensor, it may not be limited to this and an acceleration sensor and an image sensor (a time motion of an image detects image Bure) may be used.

[0058] Moreover, in the example of drawing 2 and drawing 5 , although the distance detection equipment of the triangular ranging method of a passive mold was used as a distance robot Not the thing limited to this but the so-called active type of triangular distance measuring equipment (meet a predetermined optical axis and beam light is emitted to a field side) measuring the image formation location of reflective beam light according to beam light and the optical system which separated baseline length -- distance -- detecting -- a field may be scanned and distance distribution may be measured. Moreover, you may make it detect distance distribution of a field by emitting an electromagnetic wave and an acoustic wave and measuring the return time amount of the reflected wave from a field. If it does in this way, when a field is comparatively dark, it will become possible to carry out range measurement to high degree of accuracy.

[0059] Moreover, although the Bure image restoration is automatically performed within the digital still camera according to the release signal, in the example of drawing 2 and drawing 5 , a digital still camera reads distance information or distance distribution information, the Bure information, and a picture signal afterwards from a record medium, and it may be made to memorize distance information or distance distribution information, the Bure information, and a picture signal to the record medium for a while, and to restore the Bure image. Since the Bure image processing can be carried out to time amount with few burdens of a digital still camera if it does in this way, it is advantageous when performing a serigraphy.

[0060] Moreover, distance information or distance distribution information, the Bure information, and a picture signal are memorized to the record medium for a while, the distance information from a record medium or distance distribution information, the Bure information, and a picture signal are read afterwards with a personal computer etc., and it may be made to restore the Bure image by the personal computer side. Since an image processing with more large operation magnitude can be performed while being able to lessen the burden of a digital still camera, if it does in this way, the quality of image restoration also improves. It is also possible to use the silver halide film other than memory card \*\* as a record medium. For example, while recording an image on the silver halide film equipped with the magnetic layer optically and recording magnetically distance information or distance distribution information, and the Bure information on said magnetic layer, you may make it the configuration which reads the distance information or distance distribution information which read said silver halide film with the scanner etc. in the personal computer, and extracted the picture signal, and was recorded on the magnetic layer by the magnetic head. If it does in this way, image restoration of this invention is applicable also to the photography system which used not only a digital still camera but the silver halide film.

[0061] Moreover, in the example of drawing 2 and drawing 5 , a photography person's actuation input may be made to perform processing to which restoration processing of the Bure image divides the inside of a screen into two or more parts according to a distance zone although the Bure image restoration is automatically performed within the digital still camera interactively, displaying an image on a display etc. Since an intention of a photography person can be reflected also when automation processing is difficult if it does in this way, the Bure image restoration can perform more certainly.

[0062] Moreover, since the image of the photographic subject of a distance zone which is separated from the setting-out distance of photography optical system has already faded by focal dotage, you may make it omit

restoration processing of the Bure image to the image of such a distance zone in the example of drawing 2 and drawing 5, although the Bure image restoration processing was performed to the image of all distance zones. For example, the amount of focal dotage which extracted as the setting-out distance information on photography optical system, and was calculated from value information, and the amount of image Bure of a predetermined distance zone are measured, and when the amount of focal dotage is dominant, to the image of this distance zone, it is made not to perform the Bure image restoration processing. If it does in this way, it is possible to shorten image-processing time amount and to realize the high image restoration equipment of a response.

[0063] Moreover, in the example of drawing 2 or drawing 5, although the Bure image restoration is always performed according to the release signal, when the setting-out distance of the setting-out mode (highly minute recording mode with the low compressibility when recording the contiguity photography mode and the image which perform camera actuation suitable for close-up photography) of a digital still camera of operation, or photography optical system is set to a short distance side from predetermined distance, it may be made to perform the Bure image restoration processing. If it does in this way, since the Bure image restoration will be automatically performed only in the situation that the need for the Bure image restoration is high, at the time of photography, high photography of a response is usually attained.

[0064]

[Effect of the Invention] In image restoration equipment and the image restoration approach according to this invention as explained above In order to detect the distance of a field or distance distribution on a screen and to perform the Bure image restoration processing using the optimal point spread function according to distance or distance distribution, As compared with the case where it is not based on distance like before, but the Bure image restoration processing is performed using an uniform point spread function, the better Bure image restoration is attained, especially the effect of Bure is effective for the Bure restoration of a large contiguity photography image.

[0065] Moreover, since the Bure restoration of an image which has in a screen two or more photographic subjects with which distance differs is also compounded in the whole restoration image after it performs the Bure image restoration selectively according to each distance, the good Bure restoration effectiveness is expectable.

---

[Translation done.]

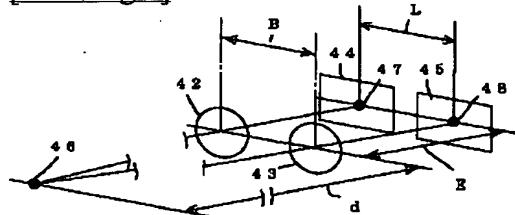
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

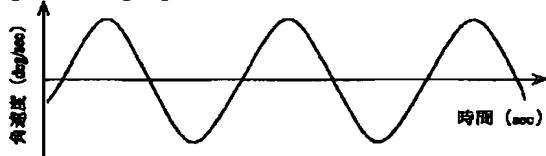
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

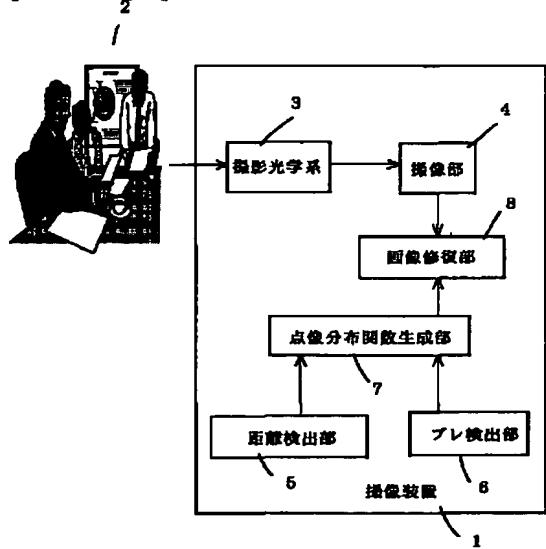
[Drawing 3]



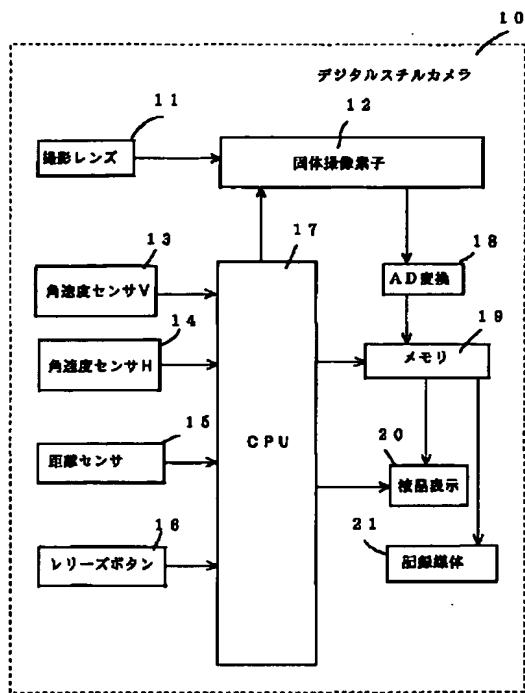
[Drawing 6]



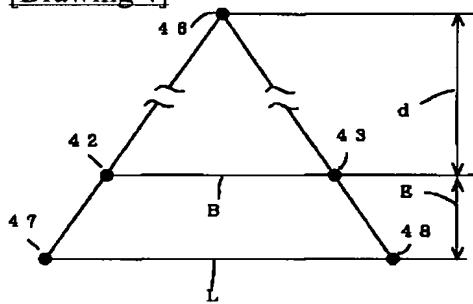
[Drawing 1]



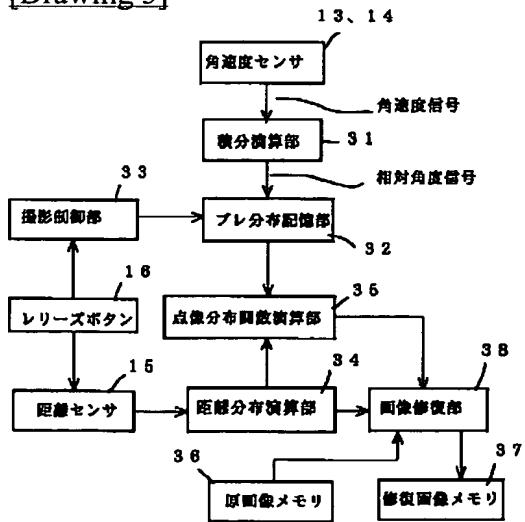
[Drawing 2]



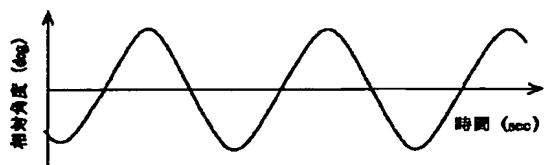
[Drawing 4]



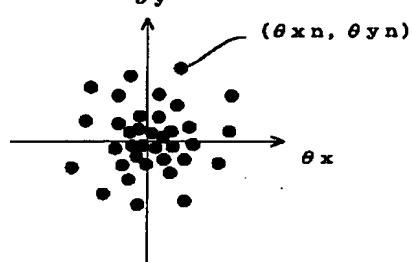
[Drawing 5]



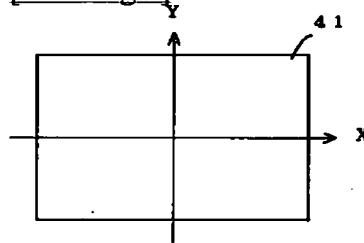
[Drawing 7]



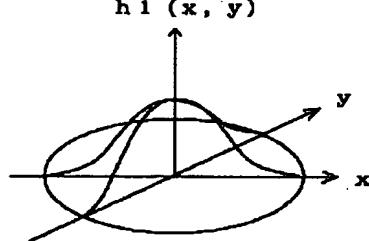
[Drawing 8]



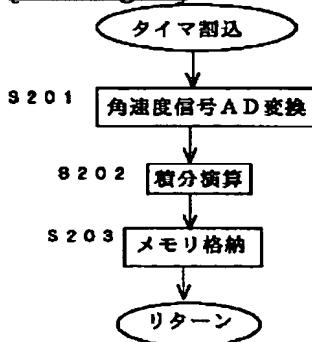
[Drawing 9]



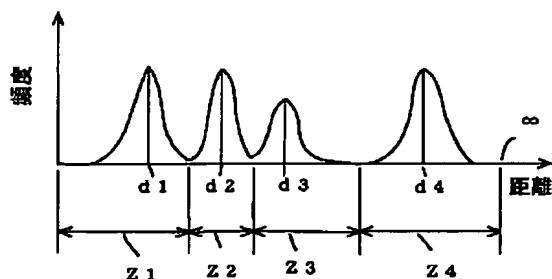
[Drawing 12]



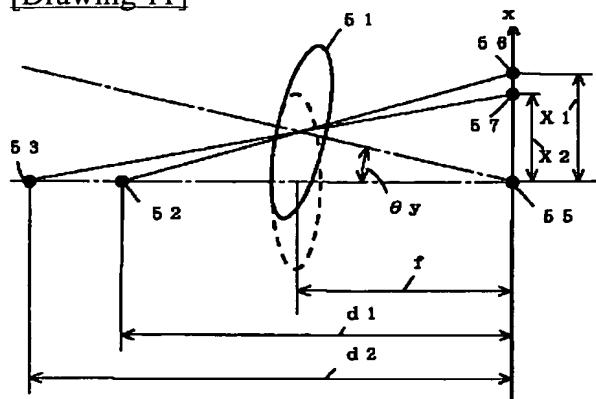
[Drawing 15]



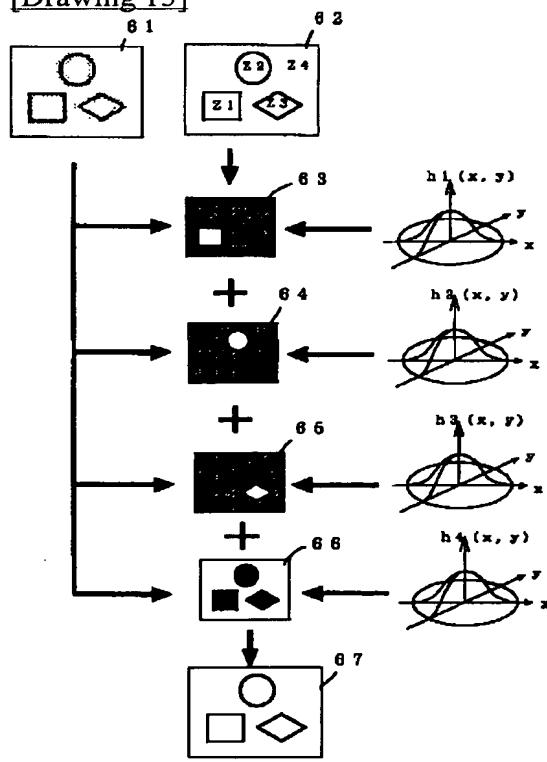
[Drawing 10]



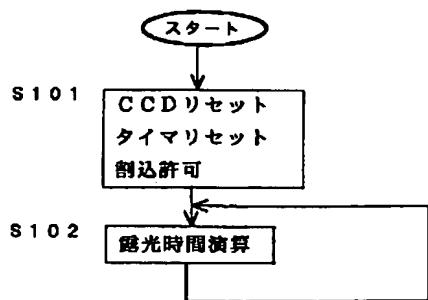
[Drawing 11]



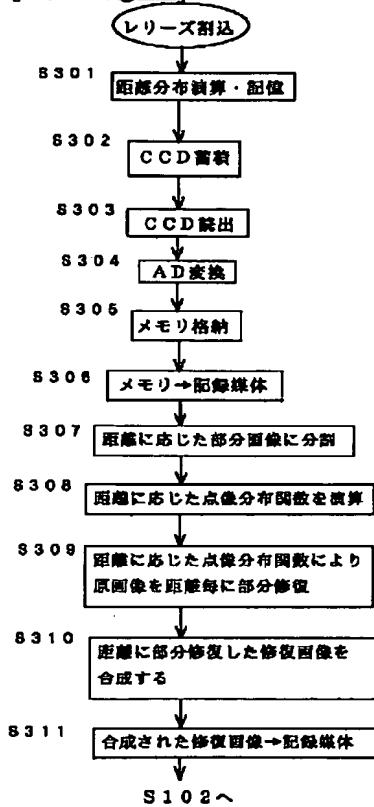
[Drawing 13]



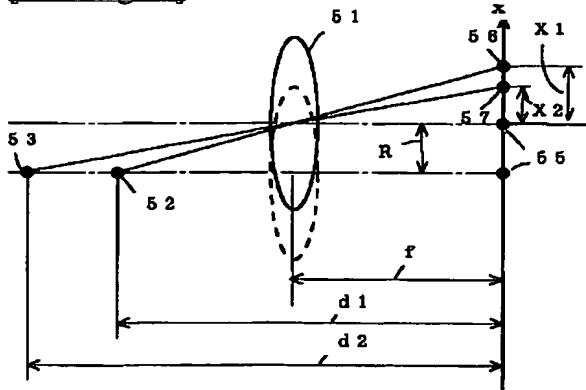
&lt;EMI ID=000022 HE=102 WI=067 LX=0200 LY=0990&gt; [Drawing 14]



[Drawing 16]



[Drawing 17]



[Translation done.]